

Jurnal Agrosilvopasture-Tech

Journal homepage: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/agrosilvopasture-tech>

Dinamika Perubahan Lahan di Sekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Dynamics of Landuse Change Around the Gunung Nona Protected Forest Area and Influencing Factors

Nitha N. Farneubun¹, Aryanto Boreel^{2,*}, Ronny Loppies²

¹Program Studi Kehutanan Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

²Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura, Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233

*Penulis korespondensi e-mail: boreelarie@gmail.com

ABSTRACT

Keywords:
Forest Protection
GIS
Landuse Change
Patterns

This study aims to identify factors influencing land-use change and patterns analyzed between 2014 and 2020 at the Gunung Nona Protected Forest Area. This research uses a GIS approach with ArcGIS 10.4 software and Google Satellite Imagery recordings in 2014 and 2020. As a result of identifying driving factors influencing land-use change, including settlements, roads, rivers, trade, service centers, tourist attractions, and public facilities. The pattern of land use change in 2014 increased from 635.97 ha to 797.38 ha, and the forest area in 2020 decreased to 3354,11 ha from 3813,50 ha in 2014.

ABSTRAK

Kata Kunci:
Hutan Lindung
Perubahan Lahan
Pola
SIG

Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan disekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona, dan Menganalisis pola perubahan lahan disekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona Tahun 2014-2020. Penelitian ini menggunakan pendekatan SIG dengan *Software* ArcGIS 10.4, Citra Google satelit rekaman Tahun 2014 dan 2020. Hasil identifikasi faktor pendorong yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan di lokasi penelitian antara lain pemukiman, jalan, sungai, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata, dan fasilitas umum, pola perubahan penggunaan lahan 2014 mengalami peningkatan dari sebelumnya 635.97 ha menjadi 797.38 ha, dan luas hutan pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 3354.11 ha, dari sebelumnya 3813.50 ha pada tahun 2014.

PENDAHULUAN

Hutan sebagai kawasan yang dilindungi, pemerintah mengatur kriteria penetapan suatu kawasan sebagai kawasan lindung melalui Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 44 Tahun 2004 tentang Perencanaan Kehutanan. Hutan lindung mempunyai fungsi dan peran penting dalam menjaga ekosistem dan seluruh biodiversitas. Lingkungan alam, penduduk, dan kegiatan sosial ekonomi merupakan bagian dari perkembangan wilayah.

Kebutuhan sosial ekonomi yang mendesak, seringkali disebabkan karena persaingan yang ketat demi memenuhi kebutuhan akan penggunaan lahan (Permana *et al.*, 2021). Pelestarian hutan lindung sebagai aspek kehidupan berkaitan erat dengan pengelolaan disekitar kawasan hutan lindung, yang mana seringkali mengalami dilema terhadap kawasan tersebut. Rendahnya partisipasi dan interaksi masyarakat dapat berpengaruh terhadap pengelolaan kawasan hutan (Salampessy *et al.*, 2012).

Kecamatan Nusaniwe dengan luas Area 88,34 km², yang mana didalamnya terdapat Hutan Lindung Gunung Nona dan sesuai Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No.430/KPTS-II/1996 ditetapkan selaku Kawasan Hutan Lindung. Hutan Lindung Gunung Nona (HLGN) di kota Ambon mengalami pertumbuhan penduduk yang terus berkembang sehingga persoalan sosial ekonomi yang cenderung meningkat harus dipenuhi. Perubahan penggunaan lahan secara spasial sangat menunjang dinamika perkotaan yang terus berkembang Deep & Saklani (2014).

Tingginya kompetisi penggunaan lahan berpengaruh terhadap ketersediaan lahan yang relatif, namun desakan akan kebutuhan sosial ekonomi merupakan prioritas utama dalam perubahan penggunaan lahan (Permana et al., 2021). Sebab itu, meningkatnya jumlah penduduk serta intensifnya aktivitas di suatu tempat, maka menjadi pemicu meningkatnya laju perubahan penggunaan lahan (Hidayah & Suharyo, 2018). Pengindraan jauh merupakan teknik yang memberi informasi tentang perubahan penggunaan lahan secara akurasi, biaya dan waktu yang relatif singkat dengan menggunakan pemodelan (Darmawan et al., 2022). Umumnya, SIG dimanfaatkan dalam membantu perencanaan pembangunan kawasan, pengawasan daerah bencana alam, inventarisasi SDA dan lain-lain (Sri & Ghinia, 2018). Dukungan SIG sendiri berperan dalam memberikan informasi ketersediaan mengenai upaya monitoring serta pengendalian perkembangan penggunaan lahan pada suatu wilayah (Rosytha, 2016). SIG untuk tingkat kecamatan digunakan untuk kebutuhan akses akan informasi yang detail (Manek, 2018).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan yaitu, Citra Google Satellite (Google maps) rekaman Tahun 2014 dan 2020, Data Jaringan Jalan dan Sungai (OSM), DEM/SRTM, Data Penduduk Kecamatan Nusaniwe dan sarana prasarana (BPS, 2020) Batas Wilayah Administrasi Kecamatan Nusaniwe (Bappeda Kota Ambon), dan Batas Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona (BPKH Wilayah IX Ambon).

Prosedur

Sebelum data dikelola, tahap awal untuk pengumpulan data adalah mengidentifikasi faktor-faktor pendorong yang menyebabkan terjadinya perubahan lahan di lokasi penelitian. Faktor pendorong yang mempengaruhi antara lain pemukiman, jaringan jalan/sungai, pusat perdagangan dan jasa, fasilitas umum dan juga keberadaan tempat wisata yang dapat diidentifikasi dan digitasi dari citra google satellite (*google maps*). Sedangkan untuk faktor aksesibilitas seperti jaringan jalan dan sungai diperoleh dari <https://tanahair.indonesia.go.id/> atau dari <https://www.openstreetmap.org/>. Penentuan bobot dari masing-masing faktor dilakukan dengan cara pendekatan (AHP) *Analitycal Hierarchy Process*. Setelah instrumen penelitian (kuisisioner) dibuat, maka tahap selanjutnya adalah distribusi kuisisioner ke responden. Tahap selanjutnya menyiapkan data yang diperlukan untuk membuat peta perkembangan penggunaan lahan di kawasan hutan lindung gunung nona pada tahun 2014 dan 2020. Perkembangan lahan di lokasi penelitian diperoleh dengan cara digitasi, menggunakan pendekatan GIS dengan *Software ArcGIS 10.4*.

Analisis Data

Penentuan bobot faktor perkembangan lahan

Penetapan bobot dari faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan wilayah dapat dilakukan dengan cara analisis data dengan menggunakan metode AHP. Metode AHP adalah suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, dengan tujuan memecahkan setiap persoalan yang kompleks guna menstrukturkan hierarki kriteria serta pihak berkepentingan, hasil dan juga menarik berbagai pertimbangan demi mengembangkan prioritas atau bobot. Dalam penelitian ini, tahapan hirarki proses hanya sampai pada tahapan penentuan bobot kriteria dari faktor yang mempengaruhi perubahan wilayah.

Perubahan penggunaan lahan sering berjalan secara tidak langsung, sering berdampak pada kebutuhan terhadap lahan. Hal ini terjadi karena meningkatnya pertambahan jumlah penduduk serta faktor-faktor lain, yang menyebabkan sehingga kebutuhan lahan pun semakin meningkat. Adapun faktor-faktor pendorong perubahan lahan antara lain: pemukiman, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata, fasilitas umum, jaringan jalan dan jaringan sungai.

Tabel 1. Tabel perbandingan berpasangan

Kriteria	Penilaian																Kriteria	
Pemukiman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jalan
Pemukiman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sungai
Pemukiman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pusat Perdagangan dan Jasa
Pemukiman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fasilitas Umum
Pemukiman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat Wisata
Jalan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sungai
Jalan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pusat Perdagangan dan Jasa
Jalan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fasilitas Umum
Jalan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tempat Wisata
Sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pusat Perdagangan dan Jasa
Sungai	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fasilitas Umum
Pusat Perdagangan dan Jasa	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fasilitas Umum

Analisis Pola Perkembangan Lahan di sekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona

Penggunaan lahan di sekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona selalu berkembang dan terus mengalami perubahan. Untuk melihat perubahan lahan yang terjadi diperlukan analisis terhadap perkembangan lahan dikawasan Hutan Lindung Gunung Nona pada tahun 2014 dan 2020. Hal ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya perubahan lahan dalam jangka waktu tersebut. Tahap awal yang dilakukan adalah dengan membuat peta penggunaan lahan di lokasi penelitian pada tahun 2014 dan 2020 yang diperoleh dari hasil digitasi citra google *satellite*. Kelas perkembangan lahan yang akan diklasifikasikan terdiri atas hutan, semak belukar, lahan terbuka, pemukiman, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata, fasilitas umum dan jaringan jalan/jaringan sungai. Setelah hasil klasifikasi perkembangan lahan diperoleh, tahap selanjutnya melakukan pengecekan dilapangan (*ground thruthing*) yang bertujuan untuk memastikan kebenaran hasil klasifikasi dengan kondisi real di lapangan.

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan *overlay* penggunaan lahan tahun 2014 dan 2020 dengan menggunakan Aplikasi ArcMap 10.4 untuk mendapatkan pola perubahan perkembangan lahan di sekitar Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona. Perubahan besarnya nilai pada masing-masing kelas akan dijadikan sebagai dasar untuk memprediksi perkembangan lahan di kawasan Hutan Lindung Gunung Nona pada tahun 2042.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan bobot faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan

Penentuan bobot dilihat dari seberapa besar kepentingan antara kriteria yang satu dengan kriteria yang lainnya mempengaruhi perubahan penggunaan lahan pada lokasi penelitian yang akan diberikan penilaian secara objektif berdasarkan penilaian para ahli (*expert assessment*). Hasil klasifikasi terhadap penggunaan lahan di lokasi penelitian tahun 2014 serta 2020, terdapat delapan kelas penggunaan lahan antara lain hutan, semak belukar, lahan terbuka, permukiman, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata, fasilitas umum, jalan, serta sungai. Selain itu terdapat pula faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan lahan yang teridentifikasi pada lokasi penelitian yaitu permukiman, pusat perdagangan dan jasa, fasilitas pendidikan, tempat wisata. Sedangkan untuk jaringan jalan dan jaringan sungai diperoleh dari data *Open Street Map* di lokasi penelitian. Penelitian ini menggunakan metode AHP demi melihat nilai faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan pengambilan keputusan.

Tabel 2 merupakan total gabungan dari hasil perunjukan ke-5 (lima) responden terhadap faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan. Faktor pendorong yang berpengaruh terhadap perubahan lahan di lokasi penelitian antara lain permukiman, jalan, sungai, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata dan fasilitas umum. Masing-masing faktor sangat berperan dalam penilaian agar memiliki nilai *Consistency Ratio* (CR) < 10%. Basak & Saaty (1993) menjelaskan bahwa bila nilai CR < 0,1 hasilnya konsisten, namun bila nilai CR > 0,1 hasil tersebut tidak konsisten. Dengan demikian maka bobot faktor yang diperoleh dapat digunakan dalam analisis berikutnya. Faktor pendorong perubahan penggunaan lahan yang memiliki bobot terbesar adalah pemukiman dengan bobot terbesar yaitu 0,30 (30%), kemudian diikuti dengan bobot jalan

sebesar 0,29 (29%), sungai 0,18 (18%), pusat perdagangan dan jasa 0,10 (10%), fasilitas umum 0,09 (9%), dan bobot terkecil 0,04 (4%) dimiliki oleh tempat wisata dengan nilai CR 1,00 (Tabel 2).

Tabel 2. Bobot faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di lokasi penelitian

Kriteria	Nilai
Pemukiman	0.30
Jalan	0.29
Sungai	0.18
Pusat Perdagangan dan Jasa	0.10
Fasilitas Umum	0.09
Tempat Wisata	0.04
Jumlah	1.00
Consistency Ratio	0.018

Putra & Rudiarto (2018) menjelaskan bahwa dinamika perubahan lahan dipengaruhi oleh permukiman, jalan, sarana pendidikan, sarana kesehatan, industry, pergudangan, perkantoran, serta perdagangan dan jasa. Setiap tahun jumlah penduduk akan semakin meningkat, laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat ini, akan tetap memerlukan tempat/lahan untuk dijadikan tempat tinggal.

Pengecekan lapangan (*Ground truthing*)

Pengecekan lapangan dilakukan berdasarkan sebaran sampel contoh yang dibuat (Tabel 3). Pengecekan lapangan bertujuan agar citra hasil klasifikasi sama dengan kondisi dilapangan. Untuk mempermudah pengecekan sebaran titik di lapangan menggunakan *Global positioning sytem* (GPS).

Tabel 3. Training Sampel Area (TSA)

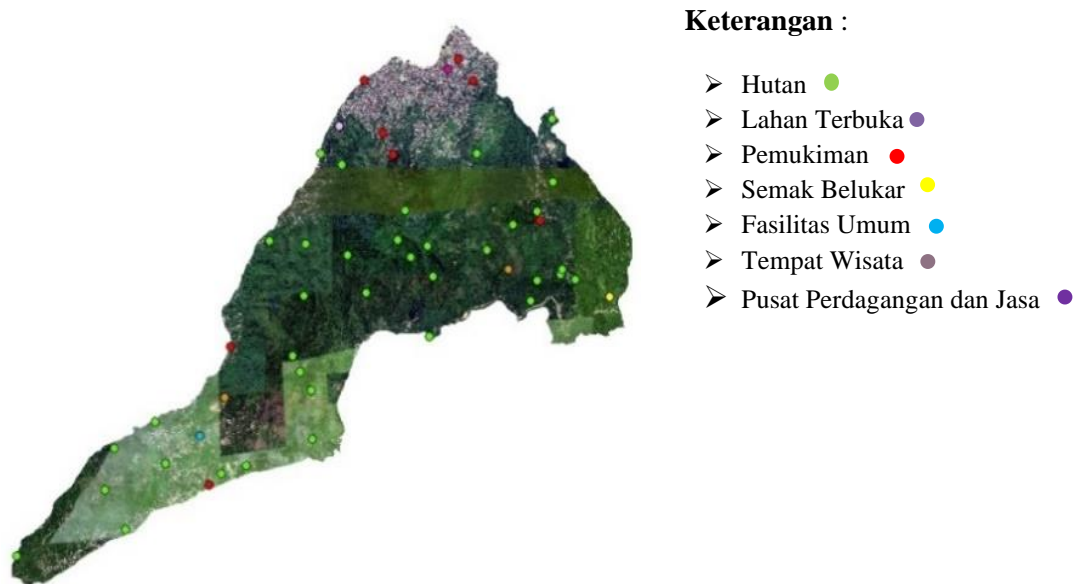
No	Jenis penggunaan lahan	Jumlah sampel
1	Hutan	36
2	Semak Belukar	1
3	Lahan Terbuka	2
4	Pemukiman	8
5	Pusat Perdagangan dan Jasa	1
6	Fasilitas Umum	1
7	Tempat Wisata	1
Total		50

Berdasarkan Tabel 3 jumlah sampel terbanyak yaitu pada kelas penggunaan lahan hutan dengan jumlah sampel 36, sedangkan jumlah sampel yang paling sedikit dengan jumlah sampel hanya 1 yaitu kelas penggunaan lahan semak belukar, pusat perdagangan dan jasa, fasilitas umum, dan tempat wisata.

Tabel 4 menjelaskan bahwa terdapat sebanyak 48 titik yang sesuai dan sebanyak 2 titik yang tidak sesuai atau sebesar 55,5%. Kondisi jumlah titik yang tidak sesuai ini ditemukan pada kelas penggunaan lahan hutan yang berjumlah 2 atau 5,55% dan jumlah titik yang sesuai berjumlah 34 atau 94,44% terdapat pada kelas penggunaan lahan hutan.

Perkembangan Penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian Tahun 2014 sampai 2020

Dalam hasil analisis penutupan lahan terhadap citra yang di peroleh, menunjukkan bahwa penggunaan lahan di Lokasi Penelitian tahun 2014-2020 mengalami perubahan penggunaan lahan baik itu peningkatan maupun penurunan luasan, sebagaimana tersaji pada Tabel 5.



Gambar 1. Sebaran titik sampel di lokasi

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengecekan lapangan citra 2020

No	Penggunaan Lahan	Sesuai	%	Tidak Sesuai	%
1	Hutan	34	94.44	2	5.55
2	Semak Belukar	1	100	-	-
3	Lahan Terbuka	2	100	-	-
4	Pemukiman	8	100	-	-
5	Pusat Perdagangan dan Jasa	1	100	-	-
6	Fasilitas Umum	1	100	-	-
7	Tempat Wisata	1	100	-	-

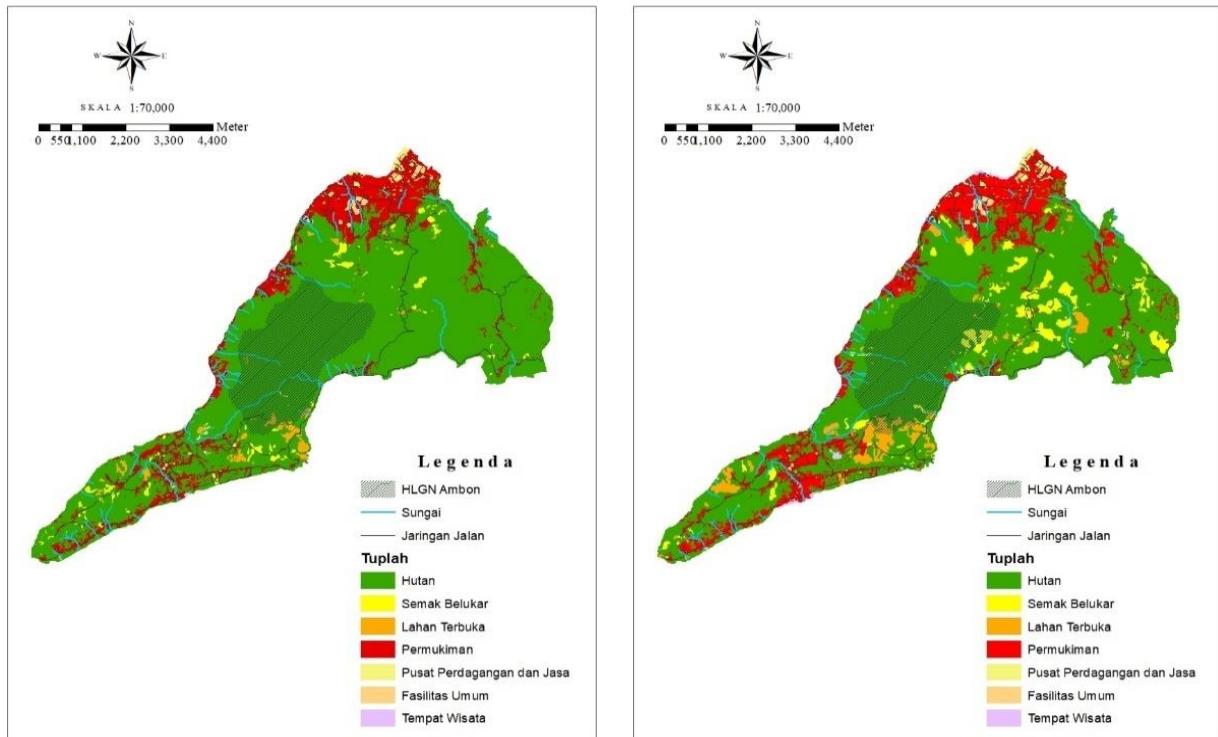
Tabel 5, memperlihatkan dari tahun 2014 sampai 2020 mengalami perubahan penggunaan lahan terbuka menjadi hutan seluas 15,71 ha, semak belukar seluas 34,98 ha, dan pemukiman seluas 48,71 ha. Luas hutan pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 3354,11 ha, dari sebelumnya 3813,50 ha pada tahun 2014. Sedangkan semak belukar mengalami peningkatan luas dari 76,06 ha menjadi 229,79 ha.

Tabel 5. Matriks perubahan penggunaan lahan di lokasi penelitian tahun 2014-2020

LU 2014 (Ha)	LU 2020 (Ha)							Total (Ha)	Berubah (Ha)	Perubahan (%)
	H	SB	LT	P	PPJ	FU	TW			
H	3252.15	204.74	128.77	214.24	1.23	2.47	9.90	3813.50	561.35	14.72
SB	34.98	17.44	18.96	4.52	0.16			76.06	58.62	77.07
LT	15.71	7.48	45.34	1.66		0.08	0.64	70.91	25.57	36.06
P	48.71	0.13	1.01	567.57	6.15	8.92	3.48	635.97	68.40	10.76
PPJ	0.04			2.42	19.16	0.41	3.26	25.29	6.13	24.24
FU	0.24		0.05	6.08	2.04	28.03		36.44	8.41	23.08
TW	2.28			0.89	0.51	0.17	5.28	9.13	3.85	42.17
Total (Ha)	3354.11	229.79	194.13	797.38	29.25	40.08	22.56	4667.30	732.33	15.69
Tetap (Ha)	3252.15	17.44	45.34	567.57	19.16	28.03	5.28	3934.97		
Berubah (%)	96.96	7.59	23.36	71.18	65.50	69.94	23.40			

Ket: H = Hutan, SB = Semak Belukar, LT = Lahan Terbuka, P = Pemukiman, PPJ = Pusat Perdagangan dan Jasa, FU = Fasilitas Umum, TW = Tempat Wisata

Bertambahnya luas lahan terbuka dan semak belukar yang cukup signifikan ini, diduga disebabkan oleh adanya aktivitas masyarakat yang melakukan pembakaran sampah pada areal kebun sehingga api merambat ke hutan lindung serta area sekitarnya dan disamping itu juga bertambahnya jumlah penduduk yang memerlukan lahan untuk kegiatan sektor kehutanan maupun aktivitas pertanian/perkebunan serta menjadi tempat wisata guna mencukupi keebutuhan masyarakat. Sedangkan permukiman berubah menjadi hutan diduga karena faktor kebakaran dan longsor yang terjadi di beberapa tempat sehingga berpindahnya penduduk ke tempat lain, atau disebabkan karena adanya kejadian lain yang terjadi secara tak terduga sehingga tidak dapat diprediksi dalam penelitian ini. Untuk penggunaan lahan permukiman di lokasi penelitian mengalami penambahan tahun 2014 dari 635,97 ha atau sekitar 10,76% menjadi 797,8 ha atau sekitar 71,18% pada tahun 2020. Untuk perubahan lahan tahun 2014 dan 2020 dapat dilihat pada Gambar 3.



a. Perubahan lahan tahun 2014

b. Perubahan lahan tahun 2020

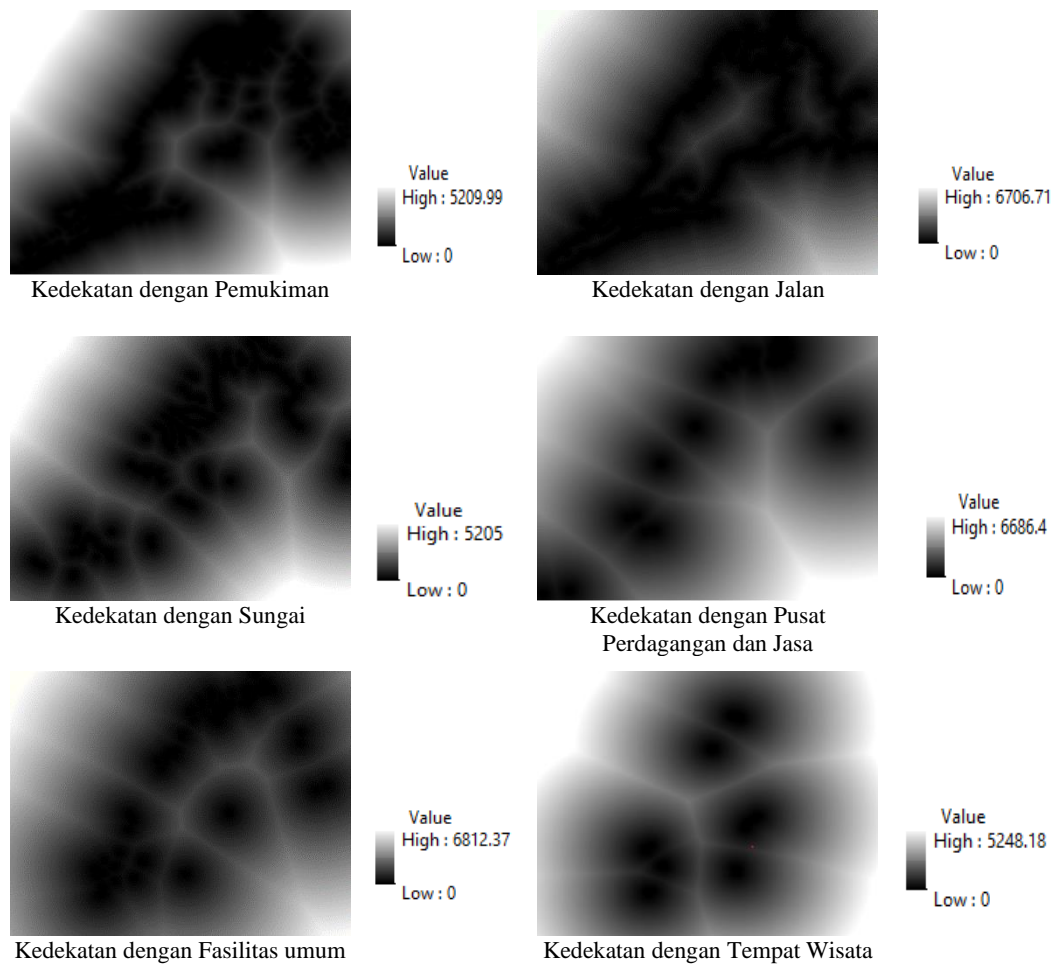
Gambar 2. Perbandingan penggunaan lahan tahun 2014 dan 2020

Gambar 3 memperlihatkan bahwa pola perubahan penggunaan lahan dalam time series 2014 sampai tahun 2020 adalah pola acak dan mengelompok. Pola acak dan mengelompok disebabkan oleh adanya ketersediaan aksesibilitas, dimana wilayah dengan aksesibilitas yang tinggi akan memudahkan dalam melakukan aktivitas sehingga persebarannya secara acak (random). Untuk perubahan lahan yang mengelompok didukung oleh adanya fasilitas umum di bidang jasa (Bank, ATM, minimarket, dan pasar) serta bidang pendidikan (SD, SMP, SMA dan Universitas). Hal ini didukung oleh penelitian (Saraswati *et al.*, 2016) bahwa pola permukiman acak dengan topografi yang baik dan aksesibilitas yang tinggi akan mempermudah mobilitasi sehingga pada daerah tersebut dapat mengembangkan potensi dalam pemenuhan kebutuhan mandiri khususnya dibidang perekonomian.

Setelah dilakukannya identifikasi penggunaan lahan eksisting dan laju pertumbuhan penggunaan lahan, selanjutnya menentukan *neighbourhood filter* serta *constraint variable* maka dibuat peta potensi perkembangan perubahan penggunaan lahan. Dalam penelitian ini peta transisi penggunaan lahan yang mengalami pertumbuhan yaitu pemukiman, jalan, sungai, pusat perdagangan dan jasa, tempat wisata dan fasilitas umum. Peta transisi yang dibuat tergantung dari persebaran faktor pendorong perubahan penggunaan lahan yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu bobot untuk setiap pendorong adalah Pemukiman (0,30), Jalan (0,29), Sungai (0,18), Pusat Perdagangan dan Jasa (0,10), Fasilitas Umum (0,09) dan Tempat Wisata (0,04). Untuk peta potensi perkembangan perubahan lahan yang terjadi dapat di lihat pada Gambar 3.

Perkembangan dari penggunaan lahan untuk pemukiman, setiap selnya memperlihatkan potensi perkembangan setiap jenis penggunaan lahan pemukiman, dimana semakin kecil nilai sel (warna hitam) maka pada lokasi tersebut akan berpotensi terjadi perubahan menjadi permukiman dan sebaliknya apabila jika

memiliki nilai sel (warna putih) semakin besar maka kecenderungan untuk bertumbuh/berkembang semakin kecil. Penjelasan diatas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Potensi perkembangan penggunaan lahan

Operasi *neighborhood filter* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu operasi penjumlahan (SUM) dimana hasil penjumlahan di dapat dari hasil perkalian untuk mendapat nilai sel inti. Ukuran dan bentuk yang digunakan yaitu 3×3 (Pratomoatmojo, 2018). Dalam penelitian ini untuk pusat perdagangan dan jasa serta fasilitas umum ditetapkan sebagai penggunaan lahan yang tidak akan bertumbuh, sedangkan untuk hutan, semak belukar dan lahan terbuka dibiarkan berubah secara alami sesuai dengan hasil simulasi yang dilakukan. Peluang berkembangnya lahan mengarah pada permukiman dan jaringan jalan. Hal ini disebabkan karena bobot nilai dari kedua faktor tersebut lebih besar dari pada bobot nilai faktor yang lain.

KESIMPULAN

Faktor pendorong yang berpengaruh terhadap perubahan lahan di lokasi penelitian antara lain permukiman, jalan, sungai, pusat perdagangan dan jasa, fasilitas umum, dan tempat wisata. Pola perubahan penggunaan lahan antara tahun 2014 dan tahun 2020 terhadap lima (5) kelas penggunaan lahan antara lain hutan, semak belukar, lahan terbuka, permukiman, pusat perdagangan dan jasa, fasilitas umum dan tempat wisata. Luas permukiman pada tahun 2014 mengalami peningkatan dari sebelumnya 635,97 ha menjadi 797,38 ha, sedangkan luas hutan pada tahun 2020 mengalami penurunan menjadi 3354,11 ha, dari sebelumnya 3813,50 ha pada tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Basak, I., & Saaty, T. (1993). Group decision making using the analytic hierarchy process. *Mathematical and Computer Modelling*, 17(4–5), 101–109. [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(93\)90179-3](https://doi.org/10.1016/0895-7177(93)90179-3)

- Darmawan, S., Nasing, E. N., & Tridawati, A. (2022). Prediksi perubahan kawasan hutan mangrove menggunakan model land change modeler berbasis citra satelit penginderaan jauh. *Jurnal Tekno Insentif*, 16(1), 54–68.
- Deep, S., & Saklani, A. (2014). Urban sprawl modeling using cellular automata. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 17(2), 179–187.
- Hidayah, Z., & Suharyo, O. S. (2018). Analisa perubahan penggunaan lahan wilayah pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 11(1), 19–30.
- Manek, M. P. M. (2018). Visualisasi rencana detail tata ruang kota berbasis mobile GIS (*Studi kasus: Kecamatan Lowokwaru Kota Malang*). ITN MALANG.
- Permana, M., Sitorus, S. R. P., & Darmawan, D. (2021). Analisis perubahan penggunaan lahan dan prediksinya dengan menggunakan Markov–Cellular Automata di Wilayah Peri Urban Kota Malang. *TATALOKA*, 23(3).
- Pratomoatmojo, N. A. (2018). LanduseSim Methods: Land use class hierarchy for simulations of multiple land use growth. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202(1), 12023.
- Putra, M. R. R., & Rudiarto, I. (2018). Simulasi perubahan penggunaan lahan dengan Konsep *Celluler Automata* di Kota Mataram. *Jurnal Pengembangan Kota*, 6(2), 174–185.
- Rosytha, A. (2016). Studi dampak pengembangan pemukiman di Wilayah Pesisir Surabaya Timur. 1(1).
- Salampessy, M. L., Nugroho, B., & Purnomo, H. (2012). Hubungan karakteristik responden dengan partisipasi masyarakat dalam kegiatan pengelolaan hutan lindung Gunung Nona di Kota Ambon Propinsi Maluku. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 9(3), 149–159.
- Saraswati, D. A., Subiyanto, S., & Wijaya, A. P. (2016). Analisis perubahan luas dan pola persebaran permukiman (Studi Kasus: Kecamatan Tembalang, Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Gunungpati, Kecamatan Mijen Kota Semarang Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 155–163.
- Sri, R. A., & Ghinia, A. M. (2018). Pemetaan persebaran sarana dan prasarana sekolah menengah atas dan sederajat melalui pemanfaatan Sistem Informasi Geografi (SIG) di Kabupaten Bone Bolango. *SEMNAS GEOGRAFI 2018*.